

⑫ 公開特許公報(A)

平2-154745

⑤Int.Cl.⁵A 61 B 8/14
G 01 N 29/22

識別記号

5 0 1
5 0 6

庁内整理番号

8718-4C
6928-2G
6928-2G

⑬公開 平成2年(1990)6月14日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑭発明の名称 超音波診断装置

⑰特 願 昭63-309173

⑱出 願 昭63(1988)12月7日

⑲発 明 者 新 貝 和 照 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社
社内

⑳出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

㉑代 理 人 弁理士 山 口 巖

明 細 書

1. 発明の名称 超音波診断装置

2. 特許請求の範囲

1) 超音波の反射を利用して被検体の断層像を可視化する超音波診断装置であって、超音波診断装置全体を電気的に制御する制御回路と、前記被検体表面に当てて超音波を被検体内に発信するとともに反射超音波を受信するプローブと、前記プローブへの送信信号を出力する送信回路と、前記プローブが受信した受信信号をアナログ信号処理するアナログ信号処理回路と、前記プローブの走査線位置を指定する走査回路とを備えた超音波診断装置において、前記プローブが被検体に当てられているか否かを判定する判定回路と、この判定を周期的に行う時点を設定する周期パルスを出力するタイミングパルス発生器とを設け、前記判定回路が、前記アナログ信号処理回路の出力信号が所定の強度を越えたときに信号を出力する比較器と、信号を入力信号として送信時点から所定の時間遅れた時点に信号を出力する時間ゲート発生回

路と、前記走査回路からの信号と前記プローブからのプローブの区別をするプローブコード信号とを入力信号として前記プローブに応じた適切な走査線位置の場合に信号を出力する走査線選択回路と、前記比較器と前記時間ゲート発生回路と前記走査線選択回路とのそれぞれの出力信号を入力信号としてこれら3つの信号の「アンド」演算をした結果を出力するアンド回路と、このアンド回路の出力信号と前記タイミングパルス発生器の出力信号とを入力信号としてタイミングパルス信号があるときのアンド回路の出力信号を保持するとともに、保持されている状態を出力信号とするホールド回路とからなり、前記ホールド回路の出力信号を前記制御回路の入力信号として走査回路及び送信回路の動作の停止及び起動を制御するようにしたことを特徴とする超音波診断装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、電気的に処理することにより、超音波を人体などの被検体の中に照射するとともに、

被検体内部の超音波の反射を受信し処理して実時間で変化する被検体の断層像を可視化し医療診断を行う超音波診断装置に関する。

(従来の技術)

近年、超音波の反射を利用して物体の内部構造を検査したり、あるいは、生体を生きたままリアルタイムで診断しようとする超音波診断装置が広く使用されて来ている。中でも、二次元断層像が得られるBモードと呼ばれている走査方式は最も広く使用され、さらにドブラ効果を利用して血流信号が得られるDモードやある断面の時間変化を追跡するMモードなどの走査方式も実用に供されている。

これらの走査方式で実際に超音波を走査する方式には次の2つの方式がある。その1つは、多数の振動子アレイを電子的に切り換えて超音波走査線を次々に移動していく電子走査方式であり、もう1つは、振動子をモータにより首振り運動をさせて扇状の走査領域を形成させる機械走査方式である。これらの走査方式は超音波診断装置に付属

する操作ボードからの使用者の指示により走査の実行と停止が行われる。以下、超音波診断装置の動作について詳述する。

第10図は従来技術としての超音波診断装置のブロック図である。この図では1本のプローブ1が使用されており、このプローブ1は超音波を送信する信号102を作り出す送信回路40、被検体からの反射信号を受信しこの信号101をアナログ処理をするアナログ信号処理回路20、超音波の送受信の走査線を二次元的に走査する信号104を作り出す走査回路45、及び、プローブ1の形式を示すプローブコードを示す信号103を伝える制御回路71にそれぞれ電気的に接続されている。

アナログ信号処理回路20は受信回路21、検波回路22、対数増幅回路23とが順次直列に接続されたものであり、プローブ1の受信信号である信号101を入力信号としてアナログ信号108を出力する。

使用者が操作ボード75から所望の動作・機能の選択の指示を行うと、制御回路71から指令信

号が超音波診断装置を構成するシステム全体に伝達され、全体の制御が行われる。制御回路71はプローブ1からプローブコード信号103を讀んで走査方式や周波数の違いなどによって異なるプローブの種類を知り、それに対応した制御を行う。制御回路71は、送信回路40に信号を送って送信回路40に所定の動作を行わせると同時に、走査回路45を動作させて所定の二次元走査領域をプローブ1の種類に応じて機械的又は電子的に走査を行わせる。被検体からの反射信号はプローブ1で受信され、受信信号101は受信回路21の入力信号となり増幅やフィルタ処理などが行われる。その後、検波回路22で検波され、対数増幅回路23によって対数増幅された信号108はA/D変換器30によりアナログ信号からデジタル信号に変換されデジタルスキャンコンバータ、略しDSC31内部の画像記憶装置に記憶される。この画像記憶装置の信号を継続的に取り出してテレビモニタ32に送りこの信号を基にしてテレビモニタ32に二次元画像が表示される。これらの一

連の動作の制御は全てDSC31によって行われる。テレビモニタ32に表示される画像の表示倍率や表示深度は操作ボード75によって指示され制御回路71を通じてDSC31に伝達される。

(発明が解決しようとする課題)

従来、この種の超音波診断装置においては、超音波の送信をして走査を行うか否かの指示は、使用者が操作ボード75に設けられているスイッチによって行っている。一般に、この種の画像装置では、画像を記録するときを使用するために、得られた画像を固定するスイッチが用意されており、このスイッチが送信及び走査の停止、起動のスイッチを兼ねている。ところが、使用者は、被検体の様子を調べたりしながらこの装置を使用するので、装置は起動状態であるにもかかわらずプローブ1が被検体に当てられていない状態がかなりの時間あるのが実際である。プローブ1が被検体に当てられていない状態では超音波の送信や走査並びに受信などの動作は不要であり、前述のようにプローブ1が被検体に当てられているか否かに関係

なく動作状態にあることは、電力を無駄に消費しているだけでなく、プローブ1の寿命を短縮していることになる。プローブ1の寿命は圧電振動子の圧電特性の劣化という問題もあるが、温度上昇による音響整合層やその接着層の劣化に起因するものもある。更に、機械走査式の場合は、モータや動力伝達機構の摩耗などが原因となる。

この発明は、プローブが被検体に当てられていないときには自動的に超音波の送信や走査などの動作を停止することにより、プローブの劣化を遅らせて長寿命化し、また電力の節約を行うことのできる超音波診断装置を提供することを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題を解決するために、この発明によれば、超音波の反射を利用して被検体の断層像を可視化する超音波診断装置であって、超音波診断装置全体を電気的に制御する制御回路と、前記被検体表面に当てて超音波を被検体内に発信するとともに反射超音波を受信するプローブと、前記プローブ

信号と前記タイミングパルス発生器の出力信号とを入力信号としてタイミングパルス信号があるときのアンド回路の出力信号を保持するとともに、保持されている状態を出力信号とするホールド回路とからなり、前記ホールド回路の出力信号を前記制御回路の入力信号として走査回路及び送信回路の動作の停止及び起動を制御するようにするものとする。

〔作用〕

この発明の構成において、超音波診断装置全体を電気的に制御する制御回路と、被検体表面に当てて超音波を被検体内に発信するとともに反射超音波を受信するプローブと、プローブへの送信信号を出力する送信回路と、プローブが受信した受信信号をアナログ信号処理するアナログ信号処理回路と、プローブの走査線位置を指定する走査回路とを備えた超音波診断装置において、プローブが被検体に当てられているか否かを判定する判定回路と、この判定を周期的に行うためのタイミングを設定する周期パルス発生するタイミングパ

への送信信号を出力する送信回路と、前記プローブが受信した受信信号をアナログ信号処理するアナログ信号処理回路と、前記プローブの走査線位置を指定する走査回路とを備えた超音波診断装置において、前記プローブが被検体に当てられているか否かを判定する判定回路と、この判定を周期的に行う時点を設定する周期パルスを出力するタイミングパルス発生器とを設け、前記判定回路が、前記アナログ信号処理回路の出力信号が所定の強度を越えたときに信号を出力する比較器と、信号を入力信号として送信時点から所定の時間遅れた時点に信号を出力する時間ゲート発生回路と、前記走査回路からの信号と前記プローブからのプローブの区別をするプローブコード信号とを入力信号として前記プローブに応じた適切な走査線位置の場合に信号を出力する走査線選択回路と、前記比較器と前記時間ゲート発生回路と前記走査線選択回路とのそれぞれの出力信号を入力信号としてこれら3つの信号の「アンド」演算をした結果を出力するアンド回路と、このアンド回路の出力

パルス発生器とを設け、判定回路を比較器、時間ゲート発生回路、走査線選択回路、アンド回路、及びホールド回路で構成する。それぞれの構成及び作用は次の通りである。

プローブが被検体に当てられていないときにプローブ内で発生する多重反射の第1波は被検体に当てられているときに発生する反射波に比べてはるかに強い強度を持つことことから、比較器はアナログ信号処理回路の出力信号を入力信号として、反射波の強度の違いを利用してアナログ信号処理回路の出力信号が所定の強度を越えたときにだけ信号を出力することにより、プローブが被検体に当てられていないときにだけこの信号が出力されることになる。

一方、時間ゲート発生回路は、送信回路からの送信時点を示す信号を入力信号として送信時点から多重反射の第1波が受信される時点までの時間間隔だけ遅れた時点にパルス信号を出力し、また、走査線選択回路は走査回路からの信号とプローブからのプローブの区別をするプローブコード信号

を入力信号としてブローブごとに異なる判定上適切な走査線位置の場合に信号を出力し、これら比較器、時間ゲート発生回路、及び走査線選択回路の3つの出力信号をアンド回路の入力信号とすることにより、このアンド回路の出力信号は、受信信号が多重反射の第1波であり、このときの送信時点はブローブに通した走査線位置に対する送信時点であることになる。ホールド回路はこのアンド回路の出力信号とタイミングパルス発生器の出力信号を入力信号として、タイミングパルスの出力信号があるときにアンド回路の出力信号を次のタイミングパルスまで保持するとともに、保持されている状態を出力信号とする。このホールド回路の出力信号はアンド回路の出力信号をタイミングパルスの周期に応じて保持するものであるので、この出力信号を制御回路の入力信号としてアンド回路の出力信号に応じた走査回路及び送信回路の動作の停止や起動の制御を行うことができる。

(実施例)

以下この発明を実施例に基づいて説明する。第

た場合には、信号109により制御回路70は、走査を停止状態にし、かつ通常の送信状態を中止する旨の信号を発信する。

第2図はこの発明の実施例における判定回路60の構成を示すブロック図である。この図において、タイミングパルス発生器51から出力された信号110によって判定回路60による判定の動作を行うタイミングが与えられる。第1図に示すように、このタイミングパルスとしての信号110は制御回路70にも送られ、送信回路40を駆動させる。その送信タイミング信号を基点として後述の時間間隔 t 。だけ遅らせたゲート信号としての信号122を時間ゲート発生器62が出力する。また、アナログ信号処理回路20の出力信号としての信号107を比較器61でしきい値と比較して、信号107の方が高ければ信号121を出力する。比較器61のしきい値の設定や時間ゲート発生器62の遅延時間 t 。についてはブローブの種類による違いがあるので、ブローブコード信号103を読み取り設定する。走査線選択回路65は、判定

1図はこの発明の実施例を示す超音波診断装置のブロック図である。この図において、第10図と同じ回路については参照符号を同じにすることにより詳細な説明を省略する。判定回路60はブローブ1が被検体に当てられているか否かを判定しこの判定結果に応じて制御回路7に起動や停止の指示をする信号を出力するものである。この判定に必要な信号はアナログ信号処理回路20の出力信号としての信号107、制御回路7からの動作状態を示す信号108、送信回路40からの送信タイミング信号である信号105、走査回路45からの走査線信号である信号106、及びブローブ1からのブローブコードを表す信号103である。また、タイミングパルス発生器51は判定回路60が繰り返し判定動作を行う時間間隔を設定するために0.1ないし1秒の間隔で発する周期的なパルスである信号110を判定回路60に対して出力する。

操作ボード75からの使用者の指示が走査の「起動」である場合に、判定回路60によってブローブ1が被検体に当てられていないと判断され

に必要な走査線だけを選択して目的の走査線位置にあるときにのみ信号123を出力する回路である。この信号123が必要な理由は次の理由による。

超音波診断装置には幾つかの動作状態があり、その走査線位置で判定を行うのが適切かはその動作状態に依存する。すなわち、Bモードの走査(二次元走査)が実行されている場合においては、機械走査方式であれ電子走査方式であれ、走査領域の中央付近の走査位置で判定を行うのが妥当である。というのは、走査領域の端の部分は被検体に接触しないことがあり、ブローブが当てられているか否かは中央付近で判断するのが最も確実だからである。また、走査位置が特定の位置に固定した動作モードとなるDモード走査やMモード走査の場合には、その特定された走査位置で判定することが適切である。その固定位置は、操作ボード75上のトラックボールなどにより使用者が指定するものである。このように走査方式によってブローブ1が被検体に当てられているか否かの判定するための走査線の位置が異なるので、

前述のような走査方式ごとに異なる適切な走査線を選択するために信号123が必要なのである。

アンド回路66は信号121, 122, 123すべてHighの場合だけ信号124が出力され、ホールド回路67でホールドされる。ホールド回路67の動作はタイミングパルス発生器51からのタイミングパルスとしての信号110に同期して行われる。信号124がLowの場合には、ホールド回路67はHighからLowに変えられる。このような変更も信号110に同期して行われる。ホールド回路67はホールド状態を信号109として出力する。

第1図において、制御回路7はこの信号109を受けて、信号109がHighであればBモード走査を停止し、通常の送信も中止する。信号109がLowであれば通常の動作状態に復帰させる。この判定動作は0.1ないし1秒程度毎に繰り返す。1秒以上の間隔ではレスポンスが遅いので使いにくくなり、0.1秒より短い間隔では判定動作を行う必要がなく、この範囲が実用上妥当な範囲である。

以下、この発明の原理について説明する。

中での信号波形の変化を示す波形図である。この図において、受信回路21に捉えられた反射信号(a)は検波回路22によって検波されて正側だけの波形となる信号(b)となり、その後対数増幅器23で対数増幅されて、信号の強度が圧縮された波形としての信号(c)となる。

第6図はプローブが被検体に当てられた場合のアナログ信号処理回路20の出力信号としての信号107を示した波形図であり、超音波発信後時間 t_0 が経過した後に被検体からの反射信号が受信される。今、第3図での振動子18とウィンドウ16外表面間の距離もしくは第4図での振動子12とレンズ層14の外表面間の距離を l_0 、内溶液17の音速を C_1 とすると、時間間隔 t_0 は、 $t_0 = 2l_0 / C_1$ で求められる。

第7図はプローブが被検体に当てられていない場合の信号107の波形を示す波形図である。この図で、時間間隔 t_0 の位置にウィンドウ16もしくはレンズ層14の外表面からの反射信号 A_1 が受信され、その後時間間隔 t_0 を置いて多重反射信

第3図は通常使用されている機械走査方式プローブの断面図である。プローブ10の振動子15はウィンドウ16に封入された内溶液17の中に入れられており、駆動機構18により首振り状に動かされ扇状の走査が行われる。プローブ10が被検体に当てられた場合には振動子15から出た超音波は、矢印Bのようにウィンドウ16を貫通して被検体に侵入するのに対し、被検体に当てられていない場合にはウィンドウ16の外表面が空気であるためウィンドウ表面で殆ど反射してしまい、図のように振動子15とウィンドウ16の表面との間に多重反射Aが生ずる。

第4図は電子走査式リニアプローブの例を示す断面図である。このプローブ11は振動子12の表面に整合層13とレンズ層14とが形成されており、このレンズ層14の外表面が前述のプローブ10の場合のウィンドウ16の外表面と同じ多重反射の境界面になり、図示のように多重反射Aが生ずる。

第5図は第1図のアナログ信号処理回路20の

号として A_2 , A_3 , A_4 が受信される。反射信号 A_1 は第6図の被検体からの反射信号に比べてその波高値ははるかに大きいので、この反射信号 A_1 を検出することによりプローブ10もしくは11が被検体に当てられているか否かを自動判別することができる。

第8図はこの自動判別を行うタイミングを示すタイムチャートである。(a)は信号107、(b)は信号122、(c)は信号107と比較器61に設定されたいき値130との関係を、(d)は信号124をそれぞれ示している。信号107がしきい値130を越えた期間に比較器61はこの期間に対応するパルスとしての信号121を出力し、この信号121と信号122と走査線選択回路の出力信号としての信号123がそれぞれアンド回路66の入力信号となるので、これら3つの信号121, 122, 123の全てがHighのときにアンド回路66が第8図(d)に示す信号124を出力する。

第9図はタイミングパルスとしての信号110とホールド回路67の出力信号としての信号109の

関係を示す波形図である。信号110のパルス幅は T_1 、パルス間隔は前述のように0.1から1秒の範囲である。今、期間 T_1 の間に被検体に当てられていたプローブが離れたとする。そうすると、期間 T_1 、 T_2 の区間ではアンド回路66の出力信号としての信号124がないためにホールド回路67の出力である信号109も無い。 T_2 区間の途中でプローブが被検体から離れたために、 T_2 区間の最初の判別区間 T_1 内で強い反射信号 A_1 が生じ、アンド回路66に出力信号が生じ、その信号124がホールド回路67によってホールドされる。次のタイミングパルス、すなわち T_1 区間の最初の判別区間 T_1 で再びプローブが被検体に当てられているか否かが調べられ、この図の例では、プローブは依然として当てられていないことから、ホールド回路66の出力信号124はHighのままである。

前述のように、プローブが被検体に当てられていない状態のときにプローブ内に発生する超音波の多重反射を検出して定期的に判定することによ

当てられているときに発生する反射波に比べてはるかに強い強度を持つ。比較器は、この反射波の強度の違いを利用してアナログ信号処理回路の出力信号が所定の強度を超えたときにだけ出力させることにより、プローブが被検体に当てられていないときにだけ信号を出力することになる。

一方、時間ゲート発生回路は、送信回路からの送信時点を示す信号を入力信号として送信時点から多重反射の第1波が受信される時点までの時間間隔だけ遅れた時点にパルス信号を出力し、また、走査線選択回路は走査回路からの信号とプローブからのプローブの区別をするプローブコード信号を入力信号としてプローブごとに異なる判定上適当な走査線位置の場合に信号を出力し、これら時間ゲート発生回路、走査線選択回路の出力信号を比較器の出力信号とともにアンド回路の入力信号とすることにより、このアンド回路の出力信号は、受信信号が多重反射の第1波であり、このときの送信時点はプローブに適した走査線位置に対する送信時点であるということになる。このアンド回

り、自動的に動作状態を停止状態にすることができることになった。その結果、実際には使用されていない状態であるプローブが被検体から離れている間は超音波の送信や走査などの動作を停止することができることになり、電力の節約、プローブの寿命の延長の効果を上げることができる。

なお、以上に述べたことは、二次元血流フローマッピングをリアルタイムで診断する装置においても同様に成り立つ。また、プローブの種類を問わず同様な考えが成り立つことはいうまでもない。
(発明の効果)

この発明は前述のように、従来装置にプローブが被検体に当てられているか否かを判定する判定回路と、この判定を周期的に行うためのタイミングを設定する周期パルスを発生するタイミングパルス発生器とを追加して設け、判定回路を比較器、時間ゲート発生回路、走査線選択回路、アンド回路、及びホールド回路で構成する。

プローブが被検体に当てられていないときにプローブ内で発生する多重反射の第1波は被検体に

路の出力信号とタイミングパルス発生器の出力信号を入力信号として、ホールド回路は、タイミングパルスの出力信号があるときにアンド回路の出力信号を次のタイミングパルスまで保持するとともに、保持されている状態を出力信号とする。このホールド回路の出力信号はアンド回路の出力信号をタイミングパルスの周期に応じて保持するものであるので、この出力信号を制御回路の入力信号としてアンド回路の出力信号に応じて走査回路及び送信回路の動作の停止や起動の制御を行うことができる。

このように、超音波診断装置の使用者の判断や操作を一切必要とせずに被検体にプローブが当てられていないことを反射超音波の受信信号から判断して自動的に走査回路や送信回路を停止し、プローブが当てられた状態になると自動的に走査回路や送信回路を起動することができるので、無駄な走査や送信をすることがなくなり、装置の消費電力の低減とともに、プローブの寿命を長くするという優れた効果が得られる。また、機能を付加

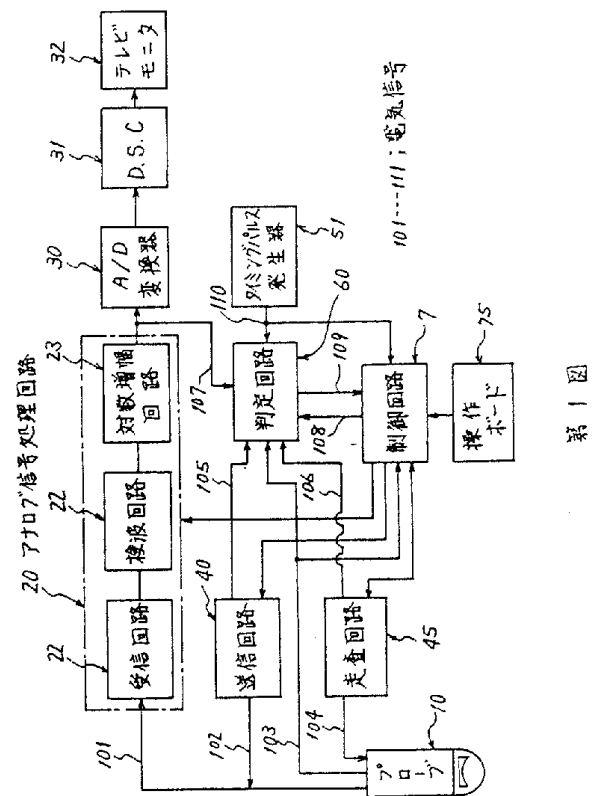
したことにより、走査者は何らの操作や注意を必要とすることはない。

4. 図面の簡単な説明

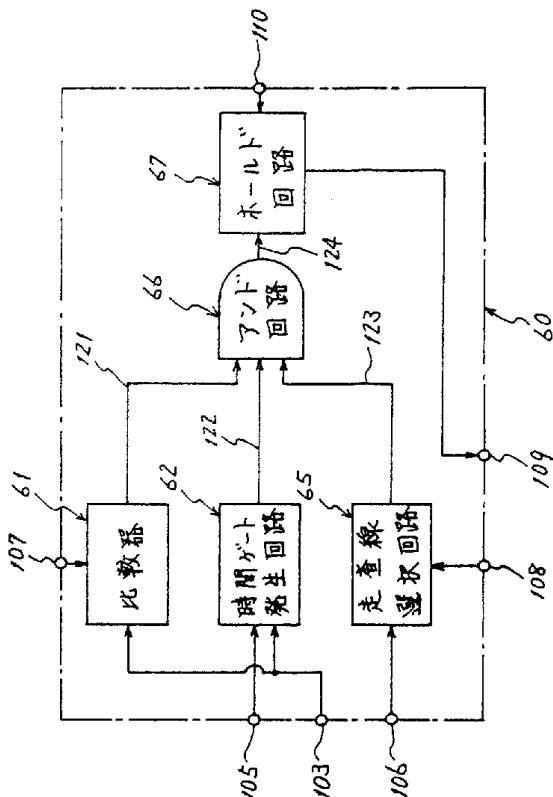
第1図はこの発明の実施例を示すブロック図、第2図は第1図の一部を詳細に示したブロック図、第3図はこの発明の原理を説明するための機械走査式プローブの断面図、第4図は同じくリニア走査式プローブの断面図、第5図、第6図、第7図は同じく波形図、第8図、第9図は同じくタイムチャート、第10図は従来技術のブロック図である。

- 1, 10, 11…プローブ、
- 20…アナログ信号処理回路、40…送信回路、
- 45…走査回路、51…タイミングパルス発生器、
- 60判定回路、61…比較器、
- 62…時間ゲート発生回路、
- 65…走査線選択回路、66…アンド回路、
- 67…ホールド回路、7, 71…制御回路。

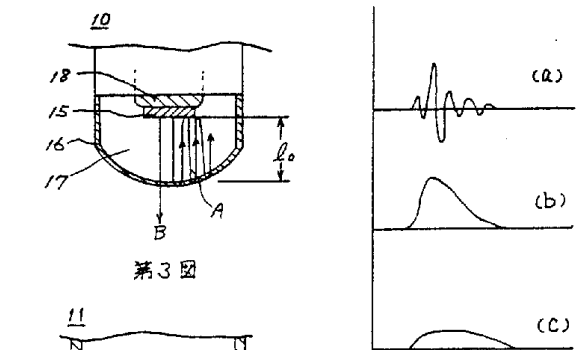
代理人弁護士 山口 巖



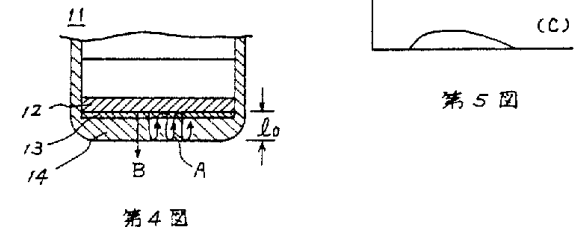
第1図



第2図

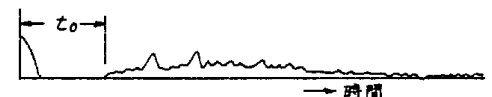


第3図

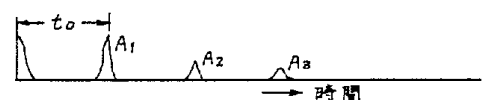


第4図

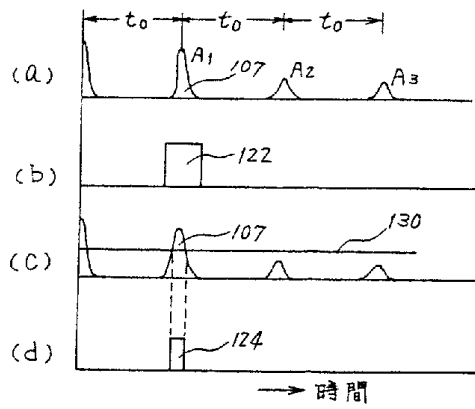
第5図



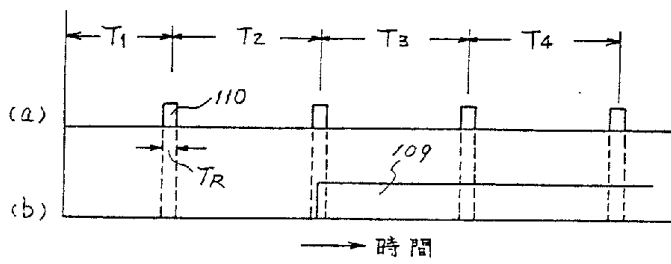
第6図



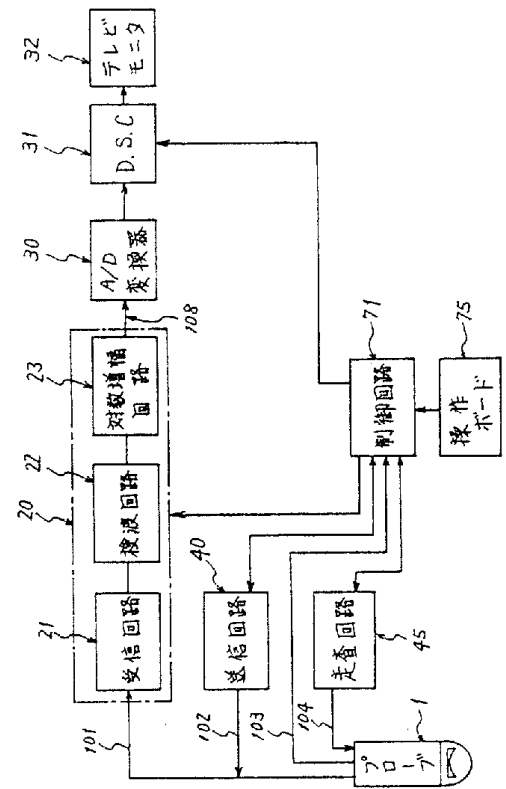
第7図



第8図



第9図



第10図